E/CONF.39/A/185
27 Oct.1962
ORIGINAL : ESPAÑOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : A.3.1.2

España

ESTABLECIMIENTO DE REDES DE AFOROS Y METEOROLOGIA

Por Antonio LOPEZ BUSTOS,
Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Veánse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidds por ia Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

ESTABLECIMIENTO DE REDES DE AFOROS Y METEOROLOGIA

por ANTONIO LOPEZ BUSTOS, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

1º.- A F O R O S

1-1 METODO DE OPERAR

Partimos del establecimiento de una serie de estaciones de aforos adecuadamente distribuídas en la cuenca, cuyo único fin inmediato será registrar fielmente los niveles del río, bien en cada instante por medio de aparatos registradores (limnígrafos) o intervalos periódicos mediante observaciones directas de un vigilante.

Por otra parte será preciso para deducir los caudales, disponer en la oficina central de las curvas de gastos que relacionen las alturas de escala en cada estación con los caudales correspondientes. Estas curvas se deducirán bien por aplicaciones de fórmulas teóricas, cuando sea posible, o mediante la realización de aforos directos que habrán de repetirse periódicamente cuando sea presumible el cambio del estado del cauce por erosión o sedimentación. Así las estaciones de aforos aparte de la escala y limnígrafo si se precisa, habrán de disponer de medios facilitadores para realizar aforos directos o de obras especiales (vertederos, umbrales, etc.) que faciliten la aplicación de fórmulas teóricas o impidan variaciones frecuentes del cauce.

Los partes del vigilante habrán de ser remitidos periódicamente a la oficina central para la preparación de la estadística; en ellos se indicarán además las incidencias que puedan presentarse.

Al final de cada año deberá cerrarse un resumen general de la estadística recogida, para su publicación y archivo.

1-2 ESTABLECIMIENTO DE LA RED

1-2-1 Número de estaciones

Si nos fijamos en la densidad superficial, puede establecerse de antemano un límite mínimo bastante razonable, alrededor de las 8 estaciones por cada 10.000 Km^2. Si nos orientamos, más logicamente, con respecto a las aportaciones puede, de manera análoga, establecerse el mínimo a base de 80 estaciones en la cuenca de un río cuya aportación media anual alcance los 20.000 Hm3., 50 cuando la aportación es de 10.000 Hm3 y, como límite, una cuando se alcancen 50 Hm3.

1-2-2 Ubicación de las estaciones

Una vez diseñada en líneas generales la red de estaciones de aforos, deberá escogerse para cada una un tramo de río que aparte de reunir las condiciones normalmente exigibles no esté en lugar excesivamente aleja-

do de viviendas que permita una vigilancia fácil ni de medios de comunicación que hagan cómodas las inspecciones y los aforos directos. Tampoco debe olvidarse la conveniencia de situar la estación, si es posible, junto a un puente que reuna condiciones adecuadas para aforar desde él, al menos en las grandes avenidas que es cuando más costosos resultan los medios que habrán de suplir su ausencia, como barcas, transbordadores, etc. También deberá considerarse como factor positivo, la existencia de teléfono o telégrafo, próximos particularmente si ha de hacerse previsión de avenidas.

1-3 DETERMINACION DE LA CLASE DE LAS ESTACIONES

Como es natural, las estaciones más completas (con encauzamiento, vertedero y limnígrafo) alcanzan mayor autonomía, pero como por otra parte no puede prescindirse de un mínimo de inspecciones de reconocimiento, muchas veces resulta más eficaz el establecimiento de estaciones sencillas compensando ello con una asiduidad de visitas indiscutiblemente eficaz para la seguridad de los datos. Además, la cualidad más indispensable de una estación de aforos es su solidez puesto que las averías que interrumpen su funcionamiento son grandes obstáculos a su eficiencia. Las instalaciones más simples son facilmente preservables de accidentes.

Pasamos así a descubrir los tipos más usuales.

1-3-1 Escala o límnimetro simple

Por lo expuesto deberá cubrirse la mayor zona posible de la red, a base de instalaciones de simples escalas con la sola recomendación de que sean lo más sólidas posibles sin necesidad de obras importantes. Lo más recomendable es colocar los primeros metros sobre un pilote o adosados a un escarpe de la orilla si lo hay, siempre bañado por las aguas en los niveles más bajos y el resto de la escala escalonadamente en los trozos que obligue la inclinación de la ladera inundable en avenidas, Ha de procurarse que la lectura se haga con comodidad y seguridad en cualquier estado del río. El camino que ha de recorrer el vigilante al hacer su lectura, debe ser fácil y si hay malos tramos deberá de acondicionarse con la obra necesaria. El cero de la escala deberá colocarse lo más hundido en el lecho del río, es prudente que el caudal nulo corresponda con cerca de un metro de lectura, lo cual es indispensable cuando hay posibilidades de erosión para evitar la necesidad de bajar la escala, operación costosa y molesta para la buena marcha de la estadística. Se cuidará también que el último tramo de la escala sobrepase el nivel de las mayores avenidas previsibles.

Las escalas deberán ser leídas por lo menos una vez al día preferiblemente siempre a la misma hora. Durante las avenidas, la lectura deberá hacerse más frecuente. Como estamos tratando de casos donde se prescinde del limnígrafo por economía, deberá cuidarse que el vigilante indique en sus partes la lectura máxima alcanzada por cada avenida, aclarando si ella es exacta o estimativa por haber sucedido de noche o fuera de su observación directa En estos casos estimamos más eficaz que el dinero empleado en obras o aparatos, el que se invierte en una gratificación suficiente para estimular el buen servicio del observador, estableciéndose complementos extra por cada avenida o acontecimientos fuera de serie bien informados. Estos servicios pueden alcanzar muchas veces pintura de escala o pequeñas reparaciones, siempre fáciles, en instalaciones modestas. En muchos países por el cárácter de sus habitantes es también un gran estímulo el contacto con el personal del Organismo central y que los vigilantes se sientan colaboradores con el equipo.

1-3-2 Limnígrafo

Cuando en un río las variaciones diarias son frecuentes, se hace indispensable el empleo del limnígrafo para conocer exactamente las aportaciones diarias y caudales medios.

Al establecerse inicialmente una red de estaciones foronómicas es normal limitar los limnígrafos a los lugares básicos destinados a conocer los factores de irregularidad diaria que suficientemente estudiados permitan

corregir los datos de las estaciones desprovistas de aparatos, cuando ello sea preciso. Parece aceptable en estas condiciones comenzar con una dotación de un limnígrafo por cada 10 estaciones, que puede mejorarse después. El tipo de aparato deberá ser en general de ciclo semanal, pues no es recomendable que ninguna estación esté más de 7 días sin ser visitada por el vigilante. Deberán escogerse modelos con capacidad amplia de oscilación de nivel, a ser posible ilimitada y con diseños sencillos, fáciles de conservar, particularmente con relojes intercambiables.

El pozo del flotador y comunicación con el río, deberá ser visitable o al menos de fácil limpieza utilizando, de ser necesario, descargas de agua para este fín. Los limnígrafos deberán alojarse en garitas de amplitud suficiente para que el vigilante pueda cambiar los limnígramas en su interior al abrigo de lluvias o vientos fuertes.

1-3-3 Vertederos y obras de encauzamientos

Sólo deberán utilizarse en casos excepcionalmente propicios por tratarse de cauces muy pequeños o con extraordinaria facilidad de cimentación.

1-3-4 Medios fijos para aforar

Si no se puede disponer de un puente existente de antemano habrá de procurarse uno de los siguientes medios: a) si el cauce tiene anchura superior a 100 m. y su navegabilidad lo permite, lo más económico es aforar desde una barca especialmente diseñada con un cable transversal al río; b) hasta 200 m. de luz si es necesario, es economicamente viable el uso de vagoneta colgada de cable-carril para aforar, obra en la que cuidando su altura se evita el peligro destructor de las grandes avenidas; c) cuando el ancho no sobrepasa a 50 m., puede usarse el cable suspensor del molinete manejando desde la orilla con torno fijo; d) en cauces de menos de 20 m. suele ser económica la construcción de una pasarela para aforar.

1-4 MATERIAL NECESARIO PARA ESTACIONES Y SU CONSERVACION

Es preciso reparar rapidamente las averías para evitar interrupciones. Deberá disponerse así de un taller-almacen con limnímetros de repuesto y herramientas para su colocación, así como vigas y piquetas análogas a los instalados. También habrá de disponerse de limnígrafos de repuesto y sobre todo de sus relojes. Convendrá disponer también de gaviones de malla metálica y madera.

1-5 NECESIDADES DE RECONOCIMIENTO Y AFOROS DIRECTOS

1-5-1 Vehículos y personal

Es necesario disponer de un vehículo adecuado y exclusivo para los desplazamientos a hacer aforos e inspecciones con los aparatos correspondientes. El personal debe ser poco numeroso y eficiente buscándose el menor número de agentes con las mayores remuneraciones posibles tanto en el campo como en la oficina.

El equipo móvil puede componerse así de un conductor también mecánico, conocedor de los instrumentos y mecanismos, que auxiliará a un aforador que le acompañe. Se incorporará, en casos excepcionales, un segundo aforador o un peón especializado si hay que pintar o hacer reparaciones.

Un vehículo suele ser sucifiente para redes de hasta 100 estaciones haciendo unos 30.000 Kms. anuales por caminos no siempre buenos.

1-5-2 Materiales y aforos

Lo más económico para los aforos es el uso de molinetes de tamaño medio, adaptables para aforar con barras o colgados con contrapeso y timón orientador. Así pueden aforarse con el mismo aparato calados de 10 cms. a 10 m. y caudales desde pocas milésimas, hasta decenas de millar de m3/seg.

En los viajes habrá de llevarse, por lo menos, dos molinetes, dos equipos de batería y zumbador, un juego de barras y un torno de suspensión pa

ra aforar desde puntos o vagonetas, además de cronómetros. Antes de salir - se examinarán bien los últimos partes de las estaciones a visitar, para llevar también todo lo que se precise para remediar los fallos advertidos si -- los hubiera.

Habrá de disponerse de un taller-almacen central con reservas suficientes para atender estas necesidades y hechos accidentales. Por lo menos se dispondrá del doble de lo antes reseñado para el viaje. Los contrapesos - para molinetes serán numerosos y escalonados (más de 50 Kgs. son incómodos y poco eficientes). En avenidas fuertes es más exacto a veces aforar a base de medir bien las velocidades superficiales y hacer después un estudio teórico comparado a otros aforos bajos en el mismo transversal. Además se disminuye el riesgo de perder molinetes. Por esto los aforos deben procurar hacerse -- siempre en el mismo transversal facilitando además estudios posteriores de - arrastre o erosión.

En estaciones importantes y lejanas es útil proveer al vigilante - de un contador de segundos para, durante las avenidas, medir las velocidades superficiales aunque solamente sea al paso de ramas flotantes, para conocer bien los caudales punta.

Al comenzar a deducir la curva de gastos se cuidará especialmente de aforar avenidas además de los estiajes, siempre más fáciles de tomar. -- Después de bien dibujadas las curvas, son sin embargo los estiajes los más necesarios de comprobación asidua por su mayor sensibilidad a las variaciones del cauce.

1-6 NECESIDADES DE OFICINA Y ESTADISTICA

La oficina y el taller deberán estar tan centralizadas como sea posible (nunca más de uno por 100.000 Km2.).

1-6-1 Personal

Hasta un máximo de 100 estaciones debe disponerse del personal que se indica seguidamente:

a) Un oficinista especializado en la recepción de partes y limnígramas para archivar provisionalmente los que no ofrezcan dudas. Los casos - dudosos se pasarán al Jefe Técnico para su aclaración mediante consulta al - vigilante si es preciso por escrito, o en viaje de inspección.

b) Dos oficinistas especializados en el cálculo de aforos uno de - los cuales puede ser el aforador de reserva que al regreso de los viajes escribirá los datos previos en el libro-registro general de aforos, y después de calculados éstos señalará en la curva de gastos correspondientes los puntos obtenidos que el Jefe Técnico juzgará si son confirmadores o rectificadores de aquella; en este segundo caso decidirá si se debe repetir el viaje a corto plazo.

c) Dos oficinistas que conjugarán los partes de alturas procedentes del oficinsta a) y las curvas de gastos de los b). A base de ambos se confeccionarán los estados de caudales medios diarios, medios mensuales y aportación anual así como caudal medio específico por Km2 de cuenca y año, todo lo que aprobará el Jefe Técnico antes de hacerse el anuario definitivo.

d) Un delineante a las órdenes del Jefe Técnico para dibujos de -- gráficos y planos. Así se completa con el mínimo personal la obtención de -- los datos estimables como elementales para otros estudios más especializados.

1-6-2 Material de oficina

Aparte de las máquinas de escribir, mobiliario y accesorios generales de toda oficina, es necesario un equipo reproductor de planos para disponer rápidamente de los que se precisen, que puede compartirse con otras ac

tividades, Dos máquinas de calcular sumadoras y planímetros, son elementos necesarios igualmente, así como dos o más ediciones completas de los planos de toda la cuenca a la mayor escala que se disponga.

1-7 APROVECHAMIENTO DE TRABAJOS ANTIGUOS

No siempre se tratará de establecer redes de aforos totalmente nuevas, pues son frecuentes los lugares donde se han hecho intentos sin éxito - final por faltar las continuidad de esfuerzos que estas actividades requieren

1-7-1 Estadísticas

A veces conviene tratar de sacar partido de estadísticas antiguas incompletas bien por comparación con estaciones antiguas análogas a las nuevas, o bien ampliando los periodos disponibles si son suficientemente largos; en el primer caso habrá de procederse comparando los caudales específicos de las dos estaciones en los años que funcionaron ambas y aplicar después a la nueva estación los índices de hidraulicidad proporcionados por la estación antigua en los años que ella sola funcionaba. En el segundo caso, si se conocen las aportaciones de un número de años, no menor de 20, cabe el estudio de las dispersiones y establecer una curva de frecuencia extensible a otros años de la misma estación u otras similares. Habrá de comprobarse que las - faltas existentes no obedecen a causas fijas que falsean la ley aleatoria - natural. También es posible que con 20 años las dispersiones resulten excesivas, pues solamente al acercarse a 35 ó 40 años se entra en la probabilidad de buen resultado a este respecto.

1-7-2 Instalaciones

Las estaciones antiguas arruinadas solamente se pondrán de nuevo en servicio cuando rindan utilidad a la nueva red o dispongan ya de estadística algunos años, caso este en que su utilidad se multiplica.

No es necesario reconstruirlas con el mismo rango que tuviera la obra destruída y solamente deben establcerse las instalaciones que se crean necesarias de acuerdo con el plan a seguir. Si hay estadística antigua, se procurará colocar la escala al mismo nivel que la primitiva y de no ser así hacerlo constar en los anuarios para evitar errores.

2º.- METEOROLOGIA

2-1 DETERMINACION PREVIA DE LA RED

Como sólo se trata de complementar a la de aforos para el estudio de la hidrología en la región, la base de la red meteorológica serán pluviómetros y totalizadores de alta montaña. Los pluviógrafos deberán instalarse fuera de la primera etapa pues no son aptos para manos poco experimentadas Tampoco los evaporímetros se precisan ineludiblemente puesto que sólo son - eficaces en redes muy perfeccionadas que permitan ser contrastados. Con respecto a la densidad de pluviómetros (y totalizadores) deberá aspirarse al mínimo de uno por cada 100 Km2 e inicialmente no bajar de uno cada 300 Km2. Estas mismas estaciones pueden aprovecharse para irlas dotando de termómetros de máxima y mínima.

Los partes deberán ser mandados a la oficina central (la misma de aforos) a ser posible cada semana y como máximo cada mes.

2-2 CONDICIONES A REUNIR EN CADA TIPO DE ESTACION

Los pluviómetros deberán ser instalados conforme a las normas internacionales, exceptuando cuando se aproveche total o parcialmente la red de un país que no se ajuste a ellas, en cuyo caso deberá seguirse la conducta tradicional. Los termómetros se instalarán en garitas reglamentarias, — usándose instrumentos que garanticen un error menor de un grado. Se usará la escala centígrada mientras sea posible.

2-3 MEDIOS PARA GARANTIZAR LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO

Es necesario disponer de una reserva prudencial de pluviómetros, totalizadores y termómetros así como soportes y garitas de unos y otros. Para estos menesteres conviene que en unión con el Servicio de Aforos, se disponga de un taller elemental de carpintería mecánica.

2-4 NECESIDADES DE PERSONAL

2-4-1 Personal observador e inspector

Los observadores de pluviómetros y termómetros en su caso, tienen menor trabajo que los de las estaciones de aforos pero han de ser mucho más numerosos por lo que no es posible señalarse una gratificación que, ajustada a su misión, proporcione un incentivo suficiente y para alcanzar este incentivo se eleva en exceso el presupuesto total. Por esta razón los observadores meteorológicos de muchos países son escogidos entre quienes por su natural condición y gusto en la tarea, se presten gratuitamente a ella como por ejemplo guardas forestales o municipales, ferroviarios, etc., ello sin perjuicio de asignar gratificaciones complementarias o premios anuales adecuados.

En general, deberá primeramente aprovecharse del servicio meteorológico existente con ceñimiento máximo a su conducta tradicional e incrementarlo, si es preciso, para alcanzar las condiciones mínimas señaladas.

Al llegar el momento de instalarse pluviógrafos en algunas estaciones, el personal correspondiente podría ser ya gratificado mayormente aprovechándose para introducir otros instrumentos como vaporímetros de ensayo, higrómetros, etc. y adoptar ya en ellos los partes diarios.

El personal inspector será el mismo que el de aforos aprovechándose normalmente los viajes correspondientes.

2-4-2 Oficina estadística

Será preciso un oficinista o dos (no más de uno por cada 200 estaciones) para recibir los partes y ordenarlos llenando las fichas con datos diarios y archivándolas.

Otros dos oficinistas a las órdenes del Jefe Técnico prepararán los estados anuales de precipitaciones totalizadas, mensuales y anuales, así como máximos diarios, número de días de lluvia y temperaturas diarias máxima y mínima, constitutivos de los datos fundamentales del anuario, en unión del plano de isoyetas anual y a ser posible mensual. En las estaciones de aforos más importantes se determinará la precipitación anual de la cuenca recpetora, planimetrando las isoyetas para deducir los coeficientes de escorrentía. En estas tareas colaborará el mismo delineante de aforos.

Deberá llevarse cada año un índice cuidadoso de las estaciones meteorológicas que han funcionado y sus coordenadas geográficas. Si una estación deja de mandar datos, se la dará por desaparecida de manera provisional y siempre se procurará su reincorporación sin perjuicio de cubrir momentáneamente su ausencia con las más próximas.

1108 S - Nov.1962 - 600